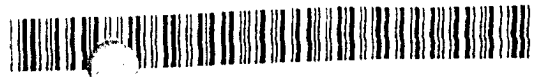


99 125172



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 43 26 479 A 1

61 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
H 02 N 2/00  
B 06 B 1/10  
H 01 L 41/09

23

DE 43 26 479 A 1

21 Aktenzeichen: P 43 26 479.4  
22 Anmeldetag: 6. 8. 93  
43 Offenlegungstag: 16. 2. 95

71 Anmelder:  
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,  
DE

72 Erfinder:  
Schöner, Hans-Peter, Dr.-Ing., 64397 Modautal, DE

56 Entgegenhaltungen:

DE 28 31 870 C2  
DE 42 44 704 A1  
DE 38 42 256 A1  
DE 31 45 277 A1  
DD 2 59 593 A1  
EP 03 01 430 A2  
EP 2 97 574 A2  
SU 13 12 709 A1  
SU 12 78 994 A1

JP Patents Abstracts of Japan: 2-146967 A., E- 969,  
Aug. 24, 1990, Vol. 14, No. 394;  
2-158453 A., M-1020, Sep. 5, 1990, Vol. 14, No. 410;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Aktuator für ein bewegbares Element

57 Bei einem Aktuator für ein bewegbares Element mit einem Schwingungsantrieb, um das bewegbare Element anzutreiben, wobei das bewegbare Element in Kontakt mit dem Schwingungsantrieb gehalten wird, ist das bewegbare Element als flexibles langgestrecktes band- oder drahtförmiges Glied ausgebildet.

E 43 26 479 A 1

Die Erfindung betrifft einen Aktuator für ein bewegbares Element mit einem Schwingungsantrieb, um das bewegbare Element anzutreiben, wobei das bewegbare Element in Kontakt mit dem Schwingungsantrieb gehalten wird. Ein solcher Aktuator ist z. B. aus der Druckschrift DE 42 16 238 bekannt.

Als Schwingungsantrieb dient dabei ein hohlzylinderförmiger Schwingstator, der mit einem Rotor als bewegbarem Element unter Druck in Kontakt steht, wobei die Kontaktfläche mit einem geeigneten Reibbelag versehen ist. Mittels Dehnkörper, z. B. piezoelektrischen Elektrostriktions- oder Magnetostriktions-elementen, werden in dem elastischen Stator Wanderwellen angeregt. Die Oberflächenelemente des Stators im Bereich der Kontaktflächen mit dem Rotor bewegen sich dabei auf elliptischen Bahnen. Die Anregung der Wanderwellen erfolgt bei diesem Motor durch Aktoren, die radial-symmetrisch und senkrecht zur Zylinderachse und gegeneinander verdreht angeordnet und durch Klemmkraft an gegenüberliegenden Seiten des Stators gehalten werden. Da die Schwingungsamplitude der Oberflächenelemente über einen großen Teil der Mantelfläche gleich hoch ist und nur in den Randzonen der Zylinderenden bei Schwingungsmodi ohne Knotenkreisen erhöhte Schwingungsamplituden auftreten, erhält man bei einem solchen Motor eine große Fläche gleichförmiger Vortriebsbewegungen. Bei diesem bekannten Motor ist das bewegbare Element als im wesentlichen starrer Rotor, dessen Form im vorgesehenen Kontaktbereich der zylinderförmigen Mantelfläche des Schwingstators angepaßt ist, ausgebildet. Ein weiterer Schwingungsmotor mit hohlzylinderförmigem Stator ist aus der Druckschrift DE 43 05 894 bekannt. Bei diesem Motor sind Abflachungen an der Mantelfläche des Hohlzylinders vorgesehen, an denen piezoelektrische Aktoren angeordnet sind.

Ein weiterer Aktuator ist aus der EP 0 297 574 bekannt, bei dem ein bewegbares Element nach dem Stößelprinzip durch einen Schwingungsantrieb einer Stoßkraft ausgesetzt ist. Das bewegbare Element ist in Kontakt mit der Spitze einer piezoelektrischen Antriebseinheit, die durch eine Wechselspannungsanregung eine zyklische Trajektorie beschreibt. Die korrekte Antriebskraft kann bei diesem Motor durch Einstellung des Kontaktdrucks zwischen dem starren beweglichen Körper und der piezoelektrischen Antriebseinheit aufrechterhalten werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Weiterentwicklung des Standes der Technik.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Danach wird bei dem erfindungsgemäßen Aktuator für ein bewegbares Element mit einem Schwingungsantrieb um das bewegbare Element anzutreiben, wobei das bewegbare Element in Kontakt mit dem Schwingungsantrieb gehalten wird, das bewegbare Element als flexibles, langgestrecktes, band- oder drahtförmiges Element ausgebildet. Bei einem solchen Aktuator erfolgt ein unmittelbarer Kraftabgriff durch das flexible Element, mit dem wiederum ein Antrieb von Rollen oder Hebeln oder ähnlichem erfolgen kann. Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung mit einem zylinderförmigen Schwingstator, auf dessen Manteloberfläche eine umlaufende Wanderwelle angeregt wird, und bei dem das bewegbare Element den Zylinder teilweise, einfach oder mehrfach umschlingt, ist in einem vorgegebenen Abstand zum

Schwingstator eine Rolle angeordnet. Das bewegbare Element umschlingt dabei die Rolle mit gleicher Orientierung wie den Schwingstator. Gegenüber einem Aktuator mit einem starren Rotor können so Kraftübertragungsmechanismen eingespart werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform werden eine zweite oder mehrere weitere Rollen synchron mit der ersten angetrieben. Zur Regelung des Umschließungsgrads werden bei einer weiteren Ausbildungsform der Erfindung eine oder mehrere Rollen an dem bewegbaren Element mit entgegengesetzter Orientierung wie der Schwingstator umschlungen. Dabei können auch mehrere der Rollen den Schwingstator in Art einer Lagerung halten. In einer weiteren Ausbildungsform der Erfindung sind zwei Rollen elastisch miteinander gekoppelt, um eine Einstellung der Kontaktkraft zwischen Schwingstator und bewegbarem Element vorzunehmen. Bei einer weiteren Ausbildungsform der Erfindung erfolgt eine Lagefixierung des bewegbaren Elements senkrecht zur Zylinderachse dadurch, daß im wesentlichen konzentrisch zur Zylinderachse angeordnete Führungsrinnen in der Manteloberfläche des Schwingstators, die das bewegbare Element aufnehmen, vorgesehen sind. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn weitere bewegbare Elemente vorgesehen sind, die gleichzeitig den Zylindermantel umschlingen.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erfolgt der Antrieb des bewegbaren Elements dadurch, daß Mittel zur Ausübung und Adjustierung einer Stoßkraft zwischen dem Schwingantrieb und dem bewegbaren Element vorgesehen sind.

Um eine fortlaufende Rotationsbewegung der angetriebenen Rollen zu erreichen, ist es vorteilhaft, ein endloses bewegbares Element vorzusehen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Fig. 1—10 genauer beschrieben. Im einzelnen zeigt

Fig. 1 eine Schnittdarstellung längs der Zylinderachse eines bekannten Wanderwellenmotors mit zylinderförmigem Schwingstator,

Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Aktuator, bei dem das bewegbare Element eine Rolle mit gleicher Orientierung wie den Schwingstator umschlingt,

Fig. 3 einen erfindungsgemäßen Aktuator, bei dem das bewegbare Element eine Rolle mit entgegengesetzter Orientierung wie den Schwingstator umschlingt,

Fig. 4 einen erfindungsgemäßen Aktuator, bei dem das bewegbare Element zwei Rollen mit entgegengesetzter Orientierung wie den Schwingstator umschlingt,

Fig. 5 einen erfindungsgemäßen Aktuator, bei dem das bewegbare Element mehrere Rollen mit entgegengesetzter Orientierung wie den Schwingstator umschlingt, die den Schwingstator in Art einer Lagerung halten,

Fig. 6 einen erfindungsgemäßen Aktuator mit zwei elastisch miteinander gekoppelten Rollen zur Einstellung der Kontaktkraft zwischen Schwingstator und bewegbarem Element, die von einem bewegbaren Element mit entgegengesetzter Orientierung wie der Schwingstator umschlungen sind,

Fig. 7 einen erfindungsgemäßen Aktuator mit Führungsrinnen zur Aufnahme des bewegbaren Elements,

Fig. 8 einen erfindungsgemäßen Aktuator mit mehreren bewegbaren Elementen,

Fig. 9 einen nach dem Stößelprinzip arbeitenden bekannten Aktuator,

Fig. 10 einen nach dem Stößelprinzip arbeitenden erfindungsgemäßen Aktuator mit einem endlosen bewegbaren Element.

In Fig. 1 ist schematisch der Stator eines aus der DE 42 16 238 bekannten Wanderwellenmotors gezeigt, bei der 1 den Schwingstator, 2 den Zylindermantel des Schwingstators, 3 einen ersten Dehnkörper und 4 einen zweiten Dehnkörper bezeichnet. Die Dehnkörper 3 und 4 bestehen vorzugsweise aus piezoelektrischen Linearelementen oder elektrostriktiven oder magnetostriktiven Elementen. Für den Fachmann ist es selbstverständlich, daß Mittel zur Erzeugung einer mechanischen Vorspannung und zur Ansteuerung der Dehnelemente vorzusehen sind, die jedoch der Einfachheit halber in der Fig. 1 nicht dargestellt sind. Die beiden Dehnkörper sind um einen Winkel von 45° gegeneinander verdreht. Sie sind durch Klemmkraften an die Innenseite des Zylindermantels 2 gehalten. Ein bewegbarer Körper oder Rotor ist ebenfalls in Fig. 1 nicht dargestellt; er kann, wie an sich bekannt, als Außen- oder Innenläufer auf der Außenoberfläche des Zylindermantels bzw. auf einem freien Bereich der Innenseite der Zylindermanteloberfläche in Kontakt mit dem Zylindermantel angeordnet werden.

Bei dem erfindungsgemäßen Aktuator ist anstelle eines im wesentlichen starren bewegbaren Elements ein flexibles, langgestrecktes band- oder drahtförmiges Glied in Kontakt mit dem Schwingstator angeordnet. Wie in Fig. 2 dargestellt, umschlingt dabei das bewegbare Element 6 den Schwingstator 5. Das bewegbare Element ist an ein Kraftabnahmeorgan gekoppelt, z. B. eine Rolle 7 oder eine Hebelmechanik 7a. Das bewegbare Element besteht vorzugsweise aus einem flexiblen Metallband oder -draht oder einem Kunststoffmaterial hoher Zugsteifigkeit und Zugfestigkeit, jedoch genügender Biegeelastizität, um sich der Oberfläche des Schwingstators anzuschmiegen.

Durch Erzeugung von Dehnungs- und Stauchungszuständen werden in dem Zylindermantel Wanderwellen angeregt, bei denen die einzelnen Oberflächenpunkte des Mantels sich auf elliptischen Trajektorien bewegen. Zwischen den Oberflächen von Stator und bewegbarem Element entstehen im Kontaktbereich zwischen Stator und bewegbarem Element tangentielle Kräfte, zur Ausbildung einer Bewegung des bewegbaren Elements. Wie an sich bekannt ist, kann durch geeignete Wahl der Phasenbeziehung zwischen den die Wanderwellen konstituierenden Stehwellen die Umlaufrichtung der Wanderwellen bestimmt werden. Umschlingt dabei das bewegbare Element eine Rolle mit gleicher Orientierung wie den Schwingstator, so erfolgt der Antrieb der Rolle entgegengesetzt zur Umlaufrichtung der Wanderwellen um den Stator. Umschlingt das bewegbare Element eine Rolle mit entgegengesetzter Orientierung, so erfolgt analog ein Antrieb der Rolle in Umlaufrichtung der Wanderwellen.

Fig. 3 zeigt einen Aktuator, bei dem das bewegbare Element 6 eine Rolle 8 mit entgegengesetzter Orientierung wie den Schwingstator umschlingt. Durch die Veränderung der relativen Lage dieser Rolle gegenüber den eine weitere Rolle oder einen Hebelmechanismus antreibenden bewegbaren Element 6 kann der Umschlingungsgrad des Stators 1 variiert werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, Fig. 4, umschlingt das bewegbare Element 6 zwei Rollen 9 und 10 in entgegengesetzter Orientierung wie den Schwingstator. Diese Rollen werden somit synchron angetrieben.

Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung, Fig. 5, sind eine Anzahl von Rollen konzentrisch um den Zylinder angeordnet und halten den Schwingstator in-

nerhalb einer Lagerung. Diese Rollen werden gleichzeitig durch das bewegbare Element angetrieben. Zwischen zwei dieser Rollen wird das bewegbare Element in Richtung einer Rolle 12 oder eines Hebelmechanismus geführt.

Bei einer weiteren Ausführungsform werden zwei Rollen 13 und 14 mit entgegengesetzter Orientierung wie der Schwingstator von dem bewegbaren Element umschlungen, wobei diese Rollen elastisch miteinander gekoppelt sind, so daß die Kontaktkraft zwischen Schwingstator und bewegbarem Element einstellbar ist.

Das bewegbare Element kann den Stator teilweise, einfach oder mehrfach umschlingen. Bei der Ausführungsform der Fig. 7 sind in der Manteloberfläche des hohlzylinderförmigen Schwingstators Führungsrinnen 15 vorgesehen, mit denen die Lage des bewegbaren Elements relativ zur Zylinderachse fixiert wird. Die Führungsrinnen sind hierfür schrauben- oder spiralförmig um den Zylinder geführt. Solche Führungsrinnen sind insbesondere bei der Verwendung von mehreren bewegbaren Körpern 6, 6' auf einem Schwingstator angebracht, der damit auch ihre relative Lage gegeneinander fixiert und ein unerwünschter Kontakt zwischen den bewegbaren Elementen verändert werden kann.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird das bewegbare Element nach dem Stoßprinzip durch einen Schwingungsantrieb einer Stoßkraft ausgesetzt, Fig. 9. Dieses Arbeitsprinzip eines derartigen Aktuators ist bereits aus der EP 0 297 574 mit einem im wesentlichen starren bewegbaren Element 16 bekannt. Der piezoelektrische Antrieb 17 ist auf einem Sockel 18 befestigt, so daß ein Paar piezoelektrische Elemente 19, 20 zueinander schiefe Verschiebungsbewegungen gegenüber dem bewegbaren Element 16 ausführen. Bei dem erfindungsgemäßen Aktuator muß, da er mit einem flexiblen bewegbaren Element versehen ist, durch eine geeignete Vorspannung des Elements 16 entlang der Betriebsrichtung eine ausreichende lokale Starrheit des bewegbaren Elements 16 gesichert werden. Eine weitere Variante dieser Erfindung, Fig. 10, verwendet mehrere Aktuatoren 21, 22, 23 nach dem Stoßprinzip, um ein umlaufendes flexibles Element 16, das über Rollen 24, 25 geführt ist, anzutreiben. Zusätzlich kann das bewegbare Element 16 mittels eines zylinderförmigen Schwingstators angetrieben werden.

Vorzugsweise ist vorgesehen, daß das bewegbare Element endlos ist.

#### Patentansprüche

1. Aktuator für ein bewegbares Element (6) mit einem Schwingungsantrieb (1, 17), um das bewegbare Element anzutreiben, wobei das bewegbare Element in Kontakt mit dem Schwingungsantrieb gehalten wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das bewegbare Element als flexibles langgestrecktes band- oder drahtförmiges Glied ausgebildet ist.
2. Aktuator nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Schwingungsantrieb ein im wesentlichen hohlzylinderförmiger Schwingstator (1) vorgesehen ist, auf dessen Manteloberfläche eine umlaufende Wanderwelle angeregt wird und daß das bewegbare Element (6) den Schwingstator teilweise, einfach oder mehrfach umschlingt und daß eine in einem vorgegebenen Abstand zum Schwingstator angeordnete Rolle (7) oder Hebelmechanik (7a) oder ein an dem bewegbaren Element befestigtes Teil von dem bewegbaren Ele-

- ment angetrieben wird.
3. Aktuator nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das bewegbare Element (6) die Rolle (7) mit gleicher Orientierung wie den Schwingstator (1) umschlingt. 5
4. Aktuator nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine zweite oder mehrere weitere Rollen vorgesehen sind und daß das bewegbare Element (6) die weiteren Rollen mit gleicher Orientierung wie den Schwingstator umschlingt. 10
5. Aktuator nach Patentansprüchen 2—4, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere Rollen (9, 10) vorgesehen sind, die vom bewegbaren Element (6) mit entgegengesetzter Orientierung wie der Schwingstator (1) umschlungen werden. 15
6. Aktuator nach Patentansprüchen 1—5, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere der Rollen (11), die von dem bewegbaren Element (6) mit entgegengesetzter Orientierung wie der Schwingstator (1) umschlungen werden, den Schwingstator in Art einer Lagerung halten. 20
7. Aktuator nach Patentansprüchen 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß zwei der Rollen (14, 13), die von dem bewegbaren Element mit entgegengesetzter Orientierung wie der Schwingstator umschlungen sind, elastisch miteinander zur Einstellung der Kontaktkraft zwischen Schwingstator und bewegbarem Element gekoppelt sind. 25
8. Aktuator nach Patentansprüchen 2—7, dadurch gekennzeichnet, daß in der Manteloberfläche des Schwingstators im wesentlichen konzentrisch zur Zylinderachse angeordnete Führungsrinnen (15) zur Aufnahme des bewegbaren Elements vorgesehen sind. 30
9. Aktuator nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zu dem bewegbaren Element (6) ein oder mehrere weitere bewegbare Elemente (6') vorgesehen sind, die den Zylindermantel umschlingen, wobei für jedes dieser Elemente im wesentlichen konzentrisch zur Zylinderachse angeordnete Führungsrinnen (15) vorgesehen sind. 35 40
10. Aktuator nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (19, 20) zur Ausübung und Adjustierung einer Stoßkraft zwischen dem Schwingungsantrieb (17) und dem bewegbaren Element (1) vorgesehen sind. 45
11. Aktuator nach Patentansprüchen 1—8 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein endloses bewegbares Band als bewegbares Element vorgesehen ist. 50

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -

FIG.1

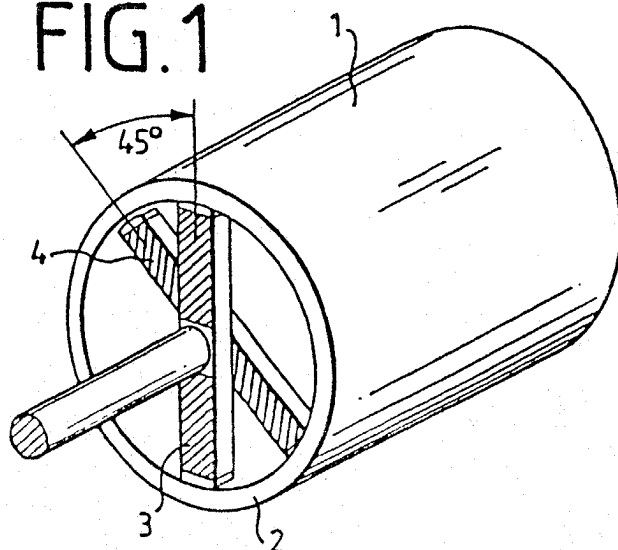


FIG.2

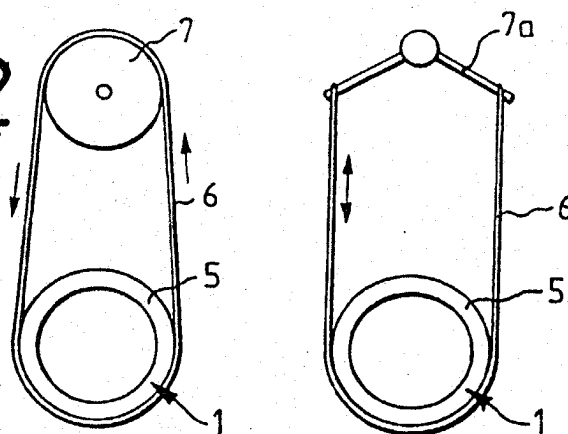
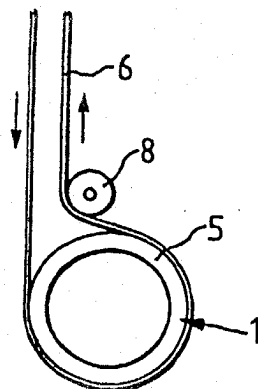


FIG.3



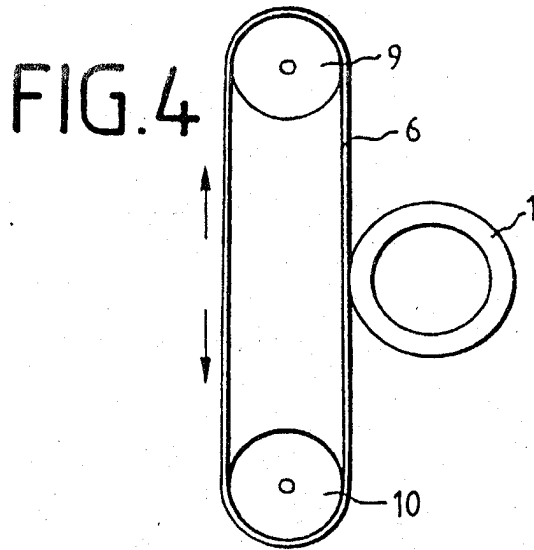


FIG. 7

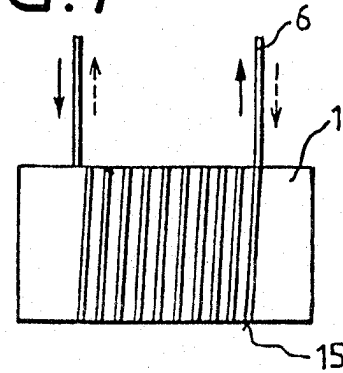


FIG. 5

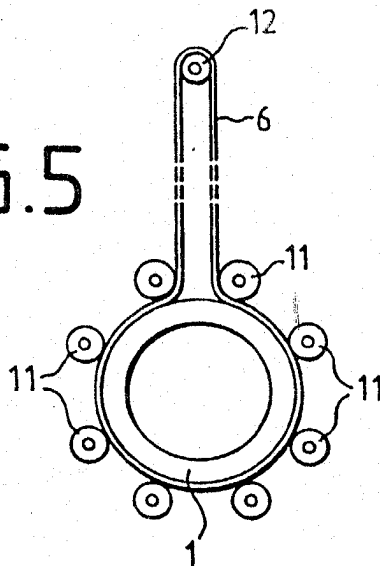


FIG. 8

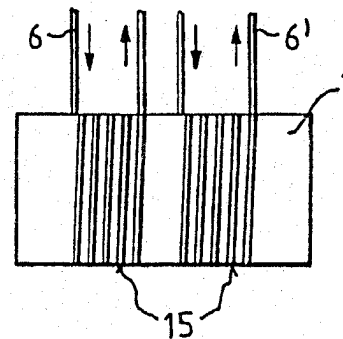


FIG. 6

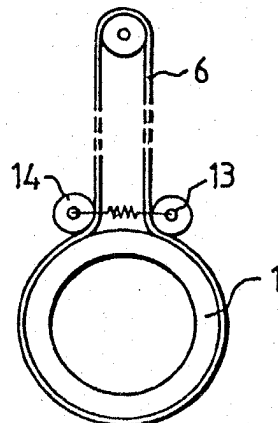


FIG.9

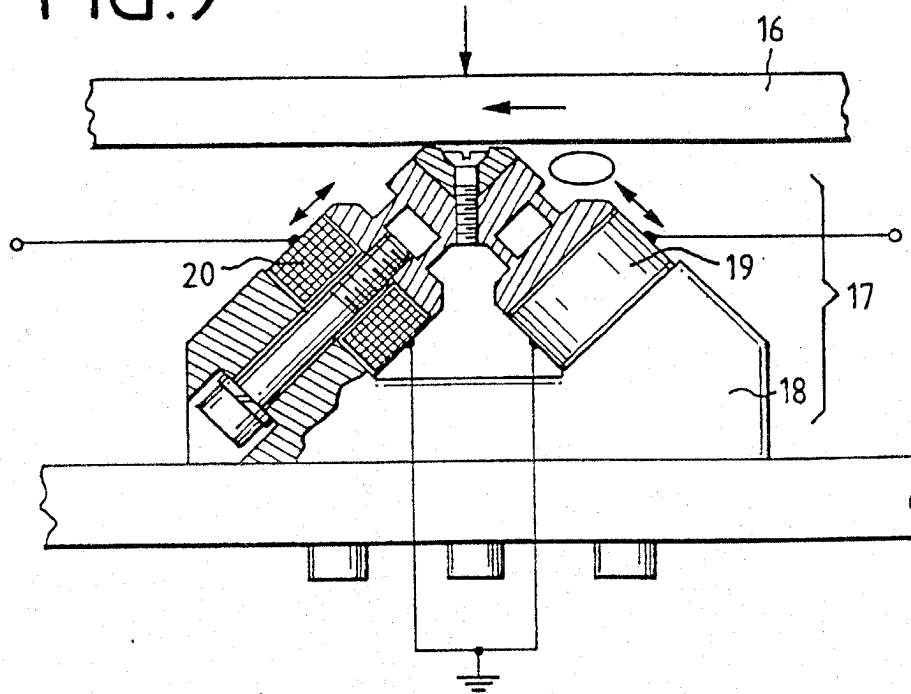
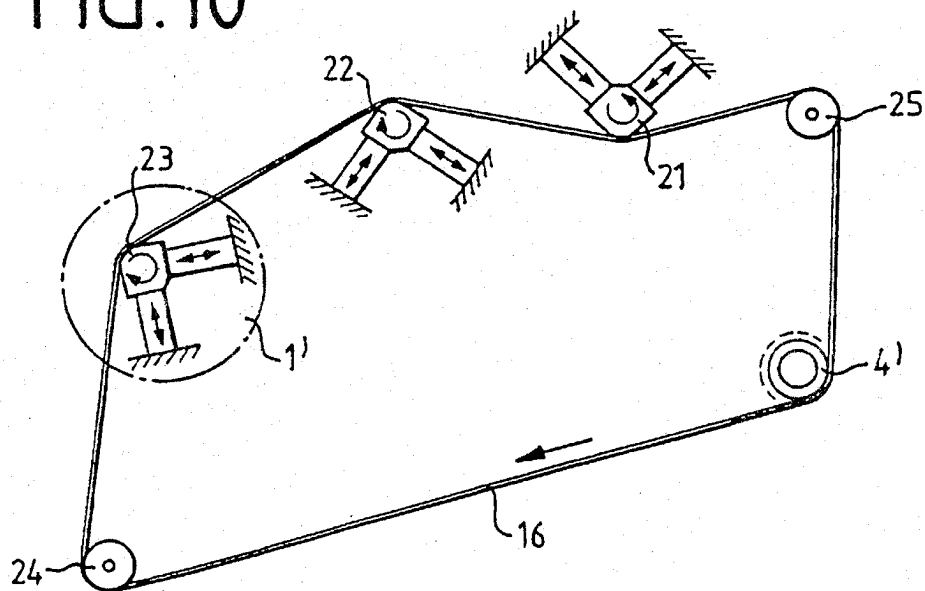


FIG.10





4/9/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI

(c) 2000 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

010181452 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1995-082705/\*199512\*

XRPX Acc No: N95-065603

Actuator for flexible movable band in contact with oscillatory drive -  
excites movement by means of tangential forces in region of contact  
between band and surface of hollow cylindrical stator

Patent Assignee: DAIMLER-BENZ AG (DAIM ); DAIMLERCHRYSLER AG (DAIM )

Inventor: SCHOENER H

Number of Countries: 005 Number of Patents: 006

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week	
DE 4326479	A1	19950216	DE 4326479	A	19930806	199512	B
EP 642180	A2	19950308	EP 94112105	A	19940803	199514	
EP 642180	A3	19970416	EP 94112105	A	19940803	199729	
EP 642180	B1	19990623	EP 94112105	A	19940803	199929	
ES 2133450	T3	19990916	EP 94112105	A	19940803	199946	
DE 4326479	C2	20000928	DE 4326479	A	19930806	200048	

Priority Applications (No Type Date): DE 4326479 A 19930806

Cited Patents: EP 289734; US 5017820; US 5199701

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 4326479	A1		7	H02N-002/00	
EP 642180	A2	G	8	H01L-041/09	
Designated States (Regional): ES FR GB IT					
EP 642180	A3			H02N-002/00	
EP 642180	B1	G		H01L-041/09	
Designated States (Regional): ES FR GB IT					
ES 2133450	T3			H01L-041/09	Based on patent EP 642180
DE 4326479	C2			H02N-002/00	

Abstract (Basic): DE 4326479, A

The oscillatory drive has a substantially cylindrical hollow stator  
(5) around which a pref. endless metallic band or wire or a plastic  
tape (6) runs with sufficient elasticity to ensure a close fit in  
conjunction with high resistance to stretching.

The band is coupled to a roller (7) or lever mechanism having the  
same orientation as the stator at a predetermined distance from it.  
Expansive and compressive states are excited so that points on the  
surface of the cylindrical sleeve follow elliptical trajectories.

USE/ADVANTAGE - For magnetostrictive and electrostriction elements  
etc. Force is transmitted directly to the band without recourse to the  
transmission mechanisms necessary with rigid-rotor actuators.

Dwg.2/10

Title Terms: ACTUATE; FLEXIBLE; MOVE; BAND; CONTACT; OSCILLATING; DRIVE;  
EXCITATION; MOVEMENT; TANGENT; FORCE; REGION; CONTACT; BAND; SURFACE;  
HOLLOW; CYLINDER; STATOR

Derwent Class: P43; V06

International Patent Class (Main): H01L-041/09; H02N-002/00

International Patent Class (Additional): B06B-001/10

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): V06-D; V06-L01A; V06-M06D